



## COURS DE RÉSEAUX

### SÉRIE 03

### OBJECTIF PÉDAGOGIQUE

À l'issue de cette série, le stagiaire sera capable d'étudier les différentes interfaces de communication.

### PLAN DE LA LEÇON :

### INTRODUCTION

#### **I- ÉTUDE DE L'INTERFACE X21 ET COMMUNICATION DE CIRCUIT**

- 1 - Description de l'interface X21
- 2 - Exemple d'échange de signaux sur le X21

#### **II- ÉTUDE DE L'INTERFACE X25 ET COMMUNICATION DE PAQUETS**

- 1- Description de l'interface X25
- 2 - Fonctionnement de l'interface X25
- 3 - Exemple de l'interface

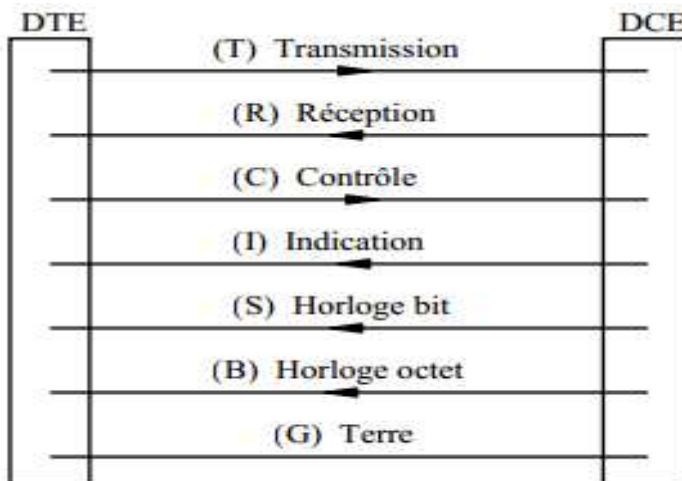
# I - ÉTUDE DE L'INTERFACE X21 ET COMMUNICATION DE CIRCUIT :

## 1 - Description de l'interface X21 :

X.21 est une interface physique et électrique recommandée et publiée par l'UIT-T(International Télécommunication Union ou ITU) en 1976 sur la liaison DTE( Data Terminal Equipment : n élément susceptible d'échanger des données avec un réseau, qui ne se connecte pas directement à la ligne de transmission. Par exemple : un ordinateur, un terminal, une imprimante...) /DCE (Data circuit-terminating equipment).

Elle définit l'alignement des caractères de contrôle des appels et la vérification des erreurs, les éléments de la phase de contrôle d'appel pour les services à circuit commuté, le transfert de données jusqu'à 2 Mbit/s et les boucles de test. Le débit de 64 kbit/s est celui le plus utilisé.

## 2 - Exemple d'échange b de signaux sur le X21 :



Les signaux d'horloge S et B fournis par l'ETCD permettent de synchroniser l'ETTD au

Niveau bit et au niveau caractère ; une période d'horloge du signal B correspond à la durée de transmission d'un caractère.

Le contrôle de la liaison se fait à l'aide des signaux de commande C et I, et l'échange de données sur T et R. Suivant les niveaux logiques présents sur ces signaux, l'interface ETTD-ETCD se trouve dans un état défini (prêt, non prêt, demande d'appel...).

À chaque état correspond un niveau logique fixe pour les signaux de contrôle C et I et à l'émission de séquences de 0 et de 1 ou de caractères codés en ASCII pour les signaux de Données T et R (contrairement à l'interface V24 où chaque commande est matérialisée par une ligne).

## **II - ÉTUDE DE L'INTERFACE X25 ET COMMUNICATION DE PAQUETS :**

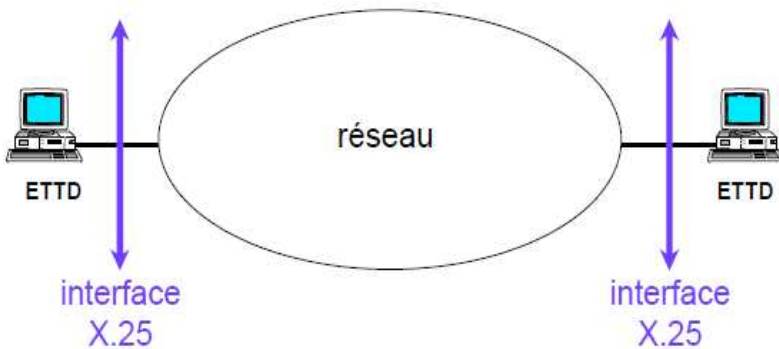
### **1- Description de l'interface X25 :**

Définie en 1976, la recommandation X.25 de l'ITU a pour but de décrire : L'interface entre ETTD et ETCD pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics de données.

Cette norme définit trois niveaux indépendants de protocole ou d'interface permettant l'interconnexion d'ETTD au travers d'un réseau à commutation de paquets. Elle ne définit en aucun cas les protocoles mis en œuvre au sein des réseaux à commutation de paquets.

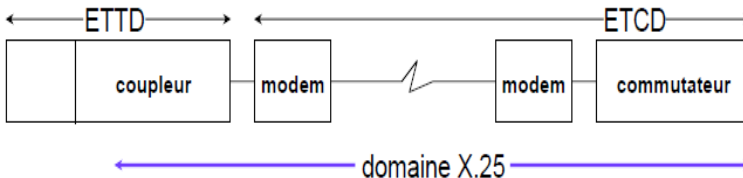
Les trois niveaux définis par X.25 correspondent aux trois premières couches du modèle de référence OSI (physique, liaison et réseau), mais comme ils ont été définis avant l'apparition du fameux modèle, ils sont dénommés respectivement niveaux physique, trame et paquet.

Son abandon par Transpac est prévu pour le 30 septembre 2011. Finalement la date officielle de son arrêt par Orange France Telecom a été repoussée du 30 septembre 2011 au 30 juin 2012



## 2- Fonctionnement de l'interface X25 :

✓ X.25 s'applique entre un ETTD et un ETCD



### ▪ La commutation de niveau trame :

La nécessité croissante de hauts débits a amené la création de protocoles de transferts hauts débits comme le Relais de Trames ou Frame Relay.

Le Relais de Trames a été conçu par l'ITU-T (International Télécommunication Union) comme un protocole dérivé de celui utilisé pour le RNIS. Le but de ce protocole est le transfert rapide de données sur le réseau à faible taux d'erreur.

Les progrès importants au niveau des supports de transmissions à fibres optiques ont permis d'augmenter de façon très notable la bande passante des réseaux de transmission. Les équipements utilisateurs sont aussi devenus très performants et peuvent réaliser des tâches qui étaient réalisées par le réseau (contrôle de flux, détection, correction d'erreur etc.). Il est absolument nécessaire de redéfinir les protocoles de commutations de paquets traditionnels.

Avant la maîtrise totale de l'ATM (Asynchronous Transfer Mode), le Relais de Trames constituait une solution intermédiaire pour développer des réseaux de transferts avec des débits supérieurs à 64 Kbits/s.

Les objectifs du Relais de Trames sont les suivantes :

- Faible Latence, Débit de Commutation élevé
- Pour réaliser ces objectifs le Relais de Trames utilise un protocole de liaison simplifié.
- Bande Passante à la Demande
- Il est préférable d'avoir une flexibilité d'allocation de la bande passante de manière à optimiser l'utilisation des ressources réseau. La moitié de la bande passante est allouée à l'établissement de la communication. Par l'intermédiaire d'un procédé de réservation rapide de la bande passante, l'utilisateur peut renégocier la bande passante allouée.
- Partage Dynamique de la Bande Passante.

Le partage dynamique des ressources permet d'optimiser l'utilisateur de la bande passante normalement allouée à d'autres utilisateurs, si celle-ci est libre. Les utilisateurs dont le trafic en rafales est très important devront avoir une bande passante suffisante pour assurer les pointes de trafic.

Pourquoi le relais de trame ?

Plusieurs raisons expliquent l'adoption par de nombreux acteurs du monde des télécommunications du Relais de Trames. Certaines de ces raisons sont d'ordre marketing : la volonté des opérateurs de réseaux partagés d'augmenter leur part de marché face aux liaisons

louées, la volonté des constructeurs de matériels de renouveler leur parc en proposant une nouvelle technologie.

- D'autres sont d'ordre technique : la nécessité, vers le milieu des années 80, de répondre à la demande croissante d'interconnexion des réseaux locaux notamment dans le cadre d'applications client/serveur. C'est cette dernière raison qui explique certains choix techniques qui ont été déterminant dans la mise au point du protocole FR.
- Les flux qui transitent entre réseaux locaux et qui sont générés par des applications informatiques et bureautiques (messagerie, base de données réparties...) ont pour particularité de nécessiter des débits élevés pendant de courtes périodes (rafales ou burst) et de ne générer qu'un trafic faible voire inexistant pendant de longues périodes. Ceci induit que les réseaux où la bande passante est réservée de façon statique (Liaison Louée par exemple) sont peu optimisés pour ce type de flux.
- La solution recherchée au travers du Relais de Trames a donc été d'utiliser, sur réseau partagé, un multiplexage statistique des différentes rafales des réseaux des entreprises utilisatrices.

Le calibrage du réseau se fait alors non pas sur la somme des débits maximaux des utilisateurs mais sur le trafic moyen de l'ensemble de ceux-ci. Pour le client, l'avantage est de disposer d'un débit variable dans le temps avec un minimum garanti et un maximum pouvant théoriquement aller jusqu'au débit d'accès.

Le relais de trame, un X.25 allégé

Ce protocole est généralement qualifié de « X25 allégé » car le format des paquets ainsi que les procédures d'échanges apportent une simplification due à la réduction des erreurs de transmissions sur les lignes. Le Relais de Trames prend acte du fait que les supports de transmission sont aujourd'hui plus fiables qu'à l'époque où le X25 a été conçu. De ce fait, le protocole a été débarrassé de toutes les fonctions de corrections d'erreurs et de contrôles de flux qui se sont

reportées au niveau de la couche supérieure. La fonction de détection d'erreurs est cependant conservée afin de garantir l'intégrité des données. De même, le contrôle de flux a été remplacé par un mécanisme plus simple de détection de congestion.

L'autre différence fondamentale avec le X25 est que ce dernier décrit deux protocoles, un de niveau 2 et un de niveau 3, alors que le Relais de Trames agit comme un protocole de niveau 2. L'overhead du à l'encapsulation des trames de réseau local (IP) est ainsi supprimé. Un seul niveau d'encapsulation subsiste là où une trame IP était encapsulée dans un paquet X25.

La Commutation de Niveau Liaison ou de niveau trame

Le but d'une commutation au niveau de la liaison, qui se décline en commutation de trames et Relais de Trames, est d'améliorer en performance la commutation de paquets, en simplifiant le nombre de niveaux de l'architecture à prendre en compte. En reportant la commutation au niveau 2 de l'architecture, on simplifie considérablement le travail des nœuds.

En effet, dans les commutations de paquets, on attend de recevoir correctement une trame, avec des retransmissions potentielles, puis on travaille sur le paquet. Un acquittement est envoyé vers le nœud précédent et on garde une copie tant que le nœud suivant n'a pas fait parvenir un acquittement positif. Un autre avantage du Relais de Trames est l'introduction d'une signalisation séparée du transport de données. La mise en place de la connexion de niveau 2 s'effectuera par une connexion logique différente de celle de l'utilisateur. Les nœuds intermédiaires n'ont donc pas à se préoccuper de maintenir cette connexion.

Les contrôles d'erreurs et de flux sont reportés aux extrémités de la connexion. La simplification du travail effectué par les nœuds intermédiaires est très importante.

La principale recommandation technique se trouve dans le document Q922 que l'on retrouve aussi dans la recommandation I.441. Cette recommandation limite à 2Mbits/s cette technique de relaying. Dans les faits, rien n'empêche d'aller beaucoup plus vite. Cette limitation peut s'expliquer par un manque de vue à long terme concernant cette

technique. En effet, la technique de transfert à terme est l'ATM (Asynchronous Transfer Mode) et le Relais de Trames n'est vu que comme une étape transitoire capable de combler un trou de quelques années entre la commutation de paquets et la commutation de cellules.

Un autre organisme a un impact important sur le Relais de Trames : Le Relais de Trames Forum ou FR Forum. Né au départ du regroupement de quatre constructeurs, DEC Northern Telecom, Cisco et Stratacom, le FR Forum a surtout spécifié les recommandations provenant de l'UIT-T en modifiant parfois quelques éléments sans changer les principes de base. La différence de base est plutôt l'utilisation du Relais de Trames indépendamment du RNIS.

Deux modes, dénommés FRF1 et FRF2, sont décrits dans la normalisation. Dans le mode FRF1, le contrôle de flux et la reprise sur erreur sont laissés à la charge de l'équipement terminal. Dans le mode FRF2, le contrôle de flux et la reprise sur erreur sont effectués aux extrémités par le réseau. Il faut voir le Relais de Trames comme une amélioration du réseau X25 en simplifiant fortement les fonctionnalités dans les nœuds intermédiaires. On retrouvera cependant, le même type de service, et finalement des caractéristiques assez proches.

Le Relais de Trames sera approprié pour les transferts de fichiers grands volumes, les applications interactives par blocs, comme les applications graphiques de CAO, d'images ou les transports de voies hautes vitesses multiplexant un grand nombre de voies basses vitesses

### **La commutation de trames (Frame Switching) :**

Dans la commutation de trames, il s'agit de transporter des trames d'un bout à l'autre du réseau sans avoir à remonter au niveau paquet. Pour cela, il faut utiliser un protocole de liaison suffisamment puissant pour posséder un adressage multipoint, un adressage de niveau réseau et les fonctionnalités remplies par la couche réseau. De plus, les fonctions du niveau 2 doivent être prises en compte. Le taux



d'erreurs en ligne a été très fortement diminué durant ces dernières années, devenant acceptable puisque négligeable. Cette dernière propriété sera utilisée dans le Relais de Trames qui n'est autre qu'une simplification supplémentaire des services rendus aux nœuds intermédiaires.

La norme, qui a été retenue dans la commutation de trames, est la même que celle rencontrée sur les canaux D du RNIS : Le LAP-D. Cette recommandation respecte les fonctionnalités demandées par le modèle de référence ; on y trouve, en particulier, la détection et la correction des erreurs.

Dans la commutation de trames et dans le Relais de Trames, il est nécessaire de retrouver les grandes fonctionnalités du niveau 3 reportées dans le niveau 2 telles que l'adressage, le routage et le contrôle de flux.

On utilise l'adressage du niveau trame pour effectuer le routage sans avoir à remonter au niveau 3 comme le préconise le modèle de référence. Cet adressage ne correspond plus à une norme internationale : c'est l'adressage que l'on pourrait qualifier de privé. En ce qui concerne le routage, il est lié à l'adressage et de nombreux algorithmes peuvent être utilisés. Enfin, le contrôle de flux peut utiliser les trames RNR (Received Not Ready) qui permet d'arrêter le flux à la demande du récepteur.

### **3 - Exemple de l'interface :**

Un exemple d'interface d'accès

- X25 interface d'accès à un réseau à commutation du paquet
- Adopté par CCITT en 1976
- Offre un service de réseau en mode connecté
- Supporté par tranpac (france) EPSS (grande bretagne)  
Datapac (canada) Telenet (USA)

Un abonné X.25 standard, d'adresse X.121 1911509860615, désire appeler une station d'adresse IP 157.159.100.40 (on suppose que l'interconnexion est possible).

On obtiendra :  $A = 1$  (adresse TOA/NPI)

**Adresse de l'appelé :**

- a. TOA = 05 (adresse de remplacement)
- b. NPI = 03 (adresse IP conforme à RFC 877)
- c. chiffres de l'adresse : 157 159 100 40 à raison d'un nombre par octet (soit 4 octets).

**Adresse de l'appelant :**

- a. TOA = 00 (numéro dépendant du réseau)
- b. NPI = 03 (adresse X.121)
- c. chiffres de l'adresse : 1911509860615 à raison d'un chiffre par demi-octet.

Un abonné X.25 standard, d'adresse X.121 1911509860615, désire appeler une station d'adresse X.121 191150396.

On obtient:  $A=0$  (adresses non TOA/NPI)

**Adresse de l'appelé :**

- a. longueur de l'appelé = 9
- b. chiffres de l'adresse : 191150396 à raison d'un chiffre par demi-octet.

**Adresse de l'appelant :**

- a. longueur de l'appelant : 13
- b. chiffres de l'adresse : 1911509860615 à raison d'un chiffre par demi-octet

### Circuits virtuels (ex: ATM, X25) :

- Établissement d'appel, pour chaque appel avant que le flux de données commence ;
- Chaque paquet porte l'identifiant du CV (et non l'ID de l'host destination) ;
- Chaque routeur sur le chemin maintient l'état de chaque connexion ;
- Les connexions TCP impliquent uniquement les deux systèmes terminaux ;
- Des liens, des ressources routeur (BP, buffers) peuvent être alloués au CV.